

DEFINITION DES UNITES

E1 ETUDE TECHNOLOGIQUE DES INSTALLATIONS

U11 U12

* Physique appliquée U11

Remarques préliminaires

Les principes et théorèmes énoncés et utilisés aux paragraphes "thermodynamique et mécanique des fluides" ne pourront, le jour de l'examen, donner matière à sujets impliquant leur démonstration, même si celle-ci a été faite en cours.

Les diagrammes enthalpiques étudiés et utilisés en cours pour l'étude des cycles frigorifiques seront obligatoirement ceux établis en unités S I et édités par l'Institut international du froid pour les fluides frigorigènes usuels.

Le diagramme psychrométrique étudié sera celui établi en unités S I et édité par l'Institut international du froid. Toutefois, il est recommandé de familiariser les auditeurs avec les autres diagrammes en unités métriques en usage chez les industriels du froid et de la climatisation.

Les diagrammes (enthalpiques ou psychrométriques) utilisés le jour de l'examen seront ceux établis en unités S I et édités par l'Institut international du froid.

1. Hygrométrie. Psychrométrie :

Caractéristiques de l'air atmosphérique (air humide).

Température : sèche ; humide ; de rosée.

Tension partielle de la vapeur d'eau.

Air humide ; air saturé.

Teneur en eau, humidité relative, enthalpie de l'air humide, volume massique.

Appareils utilisés pour la mesure des caractéristiques de l'air.

Hygromètres absolus, hygromètres à point de rosée, hygromètres usuels, psychromètres, abaques psychrométriques. Principes fonctionnels de ces appareillages. Précautions à prendre dans leur utilisation.

Diagrammes de l'air humide : Carrier, Mollier, Canevas, des diagrammes ($\frac{1}{6}$). Description, utilisation.

Traduction sur le diagramme de l'évolution de l'air au cours des opérations élémentaires de traitement de l'air en réfrigération ou en climatisation : chauffage, réfrigération, humidification, déshumidification, mélange de deux ou plusieurs flux d'air humide ...

2. Thermodynamique :

Système et milieu extérieur. Transformations thermodynamiques.

Travail échangé entre système et milieu extérieur.

Principe de l'équivalence. Transformation du travail mécanique en chaleur et réciproquement. Travaux effectués par des forces de pression.

Représentation graphique des travaux effectués.

Rappel des caractéristiques des gaz parfaits. Energie interne.

Loi de Joule, chaleurs massique des gaz parfaits.

Principe de Carnot Clausius. Notion d'entropie et d'enthalpie. Applications à la machine frigorifique.

Transformations isothermes, adiabatiques, isobares, isochâres, insenthalpes.

Cycle de Carnot. Cycle de Rankine. Cycles usuels en réfrigération et en climatisation.

Diagrammes enthalpiques. Canevas.

Représentation graphique du cycle de la machine frigorifique. Compression en une phase, compression à phases multiples, machines en cascade à deux fluides.

Caractéristiques des mélanges binaires, eau-ammoniac et eau bromure de lithium.

Principe fonctionnel des machines à absorption.

3. Mécanique des fluides :

Propriétés d'un fluide parfait.

Pression en un point du fluide.

Viscosité des fluides. Influence de la pression et de la température.

Tension superficielle. Capillarité.

Écoulement permanent d'un fluide incompressible.

Equation de continuité. Différents types d'écoulement.

Applications du théorème de Bernoulli.

Mesures dans les fluides.

Viscosité, point de trouble d'une huile, point d'éclair et point de flamme en vase ouvert d'un combustible liquide.

Pouvoirs calorifiques.

Pertes de charges dans les conduits.

Phénomène de Venturi, application à la mesure des débits.

Pressions effective, totale, dynamique.

Pompes et ventilateurs.

Débit, pression. Travail mécanique mis en jeu.

Puissance absorbée. Courbes caractéristiques.

Incidence de la nature des fluides véhiculés et des dimensions géométriques des appareils sur les caractéristiques.

Principe fonctionnel des compresseurs centrifuges.

Notion de vide. Vide limite. Pompe à vide.

Le programme est composé de quatre parties :

- I. Equipements électriques.
- II. Equipements frigorifiques.
- III. Equipements de climatisation.
- IV. Utilisation rationnelle de l'énergie et récupération de chaleur.

I.- Equipements électriques

Les canalisations électriques :
Constitution, choix et dimensionnement.

Règles générales de pose et de montage des canalisations
fixées aux parois, encastrées ou en caniveau.

Procédés de câblage, repérage des conducteurs.
Raccordement aux équipements et appareils.

Les circuits électriques et le repérage des installations :
Classification et caractéristiques des circuits. Méthodes
de repérage.

Sécurité dans l'emploi des courants :
Prévention des accidents, mesures à prendre en cas d'accident.
Protection par mise à la terre, mise à la masse.
Conditions que doivent remplir les différentes parties
constitutives des mises à la terre.

Les appareils de connexion :

Etablissement et interruption du courant :
Procédés de coupure utilisés.
Constitution générale des appareils.
Danger présenté par le "collage" manuel d'un contacteur.
Commandes : manuelle, électrique, diverses.
Pouvoir de fermeture.
Pouvoir de coupure.

Protection des installations :
Origine et nature des perturbations.
Constitution générale des appareils.

Télécommande :

Organisation générale d'une installation de télécommande.
Relais électromagnétiques (auxiliaires, temporisés, à
mémoire ...) et statiques.
Horloges.

Machines électriques :

Etude technologique des moteurs électriques monophasés et
triphasés, à une ou plusieurs vitesses de rotation, dispositifs de
démarrage (relais de tension et relais d'intensité).

Caractéristiques fonctionnelles de chaque type de démarreur
Avantages et inconvénients.

Influence de la fréquence du courant sur le réglage du
coupleur.

Comportement d'un moteur triphasé branché sur un réseau monophasé.

Etude technologique des transformateurs.

Montage étoile, montage triangle, équilibrage des phases.
Importance de l'ordre des phases dans les branchements.

Facteur de puissance d'une installation :

Amélioration du facteur de puissance et tarification.

Aspect pratique et incidence du facteur de puissance d'une installation.

Les isolants électriques :

Application aux conducteurs et aux appareils : bobines, moteurs.

Les condensateurs :

Types et applications.

Adaptation d'un condensateur à un moteur.

II.- Equipements frigorifiques

Principes généraux de production du froid avec application des notions de thermodynamique.

Réglementation des installations.

A) Machine frigorifique à compression mécanique :

Choix et utilisations pratiques des fluides frigorigènes.
Schémas d'installations frigorifiques ménagères, commerciales et industrielles à un étage, en cascade, à compresseurs étagés.
Organes constitutifs d'une installation frigorifique.

Compresseurs :

Examen des différents organes des compresseurs alternatifs, rotatifs, volumétriques, centrifuges, à vis.

Différence de construction, classifications et choix suivant les fluides et les utilisations.

Régulation de puissance : classification, caractéristiques de chaque procédé : avantages et inconvénients.

Dispositifs d'entraînement : accouplement direct, transmission par courroies, réglage et rendement.

Condensateurs :

Les différents types de condensateurs à eau, à air, à évaporation.

Tours de refroidissement d'eau.

Traitement de l'eau d'appoint.

Évaporateurs :

Refroidisseurs d'air : à détente directe, à fluide intermédiaire.

Refroidisseurs de liquide.

Différences de construction suivant le fluide frigorigène employé ; le fonctionnement : détente directe, noyé, recirculation.

Bacs à accumulation de froid et plaques eutectiques.

Dégivrage : différents procédés.

Appareillages annexes :

Séparateur d'huile.

Purges d'huile.

Désaérateurs.

Réservoirs de liquide.

Bouteilles séparatrices.

Soupapes et fusibles de sûreté.

Tuyauteries, robinetterie.

Ventilateurs et pompes.

Silencieux acoustique.

Filtre déshydrateur.

Voyant de liquide et indicateur d'humidité ...

Appareillage d'automatisme :

Appareillage d'alimentation des évaporateurs : capillaire, détendeurs, flotteurs.

Systèmes d'alimentation en fluides auxiliaires.
Appareils de régulation : pressostats, thermostats.
Régulateurs de pression. .
Appareils de protection et de sécurité.

Tuyauteries frigorifiques :
Critères régissant le tracé des tuyauteries.
Influence du dimensionnement des tubes sur le fonctionnement
du circuit frigorifique.

Tracés utilisés pour la protection du compresseur.
Influence de la vitesse de circulation du fluide frigorigène
sur le retour d'huile au carter du compresseur.

Tuyauteries d'égalisation de pression et d'égalisation de
niveau.

Modes de fixation des tuyauteries pour limiter la transmission
des vibrations.

Huiles de lubrification :
Classification, caractéristiques et rôle des huiles.
Comportement des mélanges d'huile et de fluide frigorigène
à la température et en présence des différents métaux utilisés.
Contrôle de la contamination. Précautions à prendre.

Nattoyage du circuit frigorifique.

Niveau de bruit et traitement acoustique global d'une
installation.

B) Installation frigorifique sans compression mécanique :

Machine à absorption : à ammoniac ; à bromure de lithium .

Réfrigération thermo-électrique et autres dispositifs de
production de froid (installations à fluides cryogéniques).

III.- Equipements de climatisation

Buts de la climatisation.
Définition des termes employés.
Sources d'énergie.
Fluides frigoporteurs et caloporteurs.

A) Appareils utilisés dans les installations:

1) Pour le traitement de l'air :

Caisson de mélange. Mouvements internes de l'air.
Filtres : classification, efficacité, vitesse de circulation
de l'air, pertes de charges.

Batteries à ailettes à circulation de fluides liquides,
à détente directe.

Laveurs et humidificateurs : types, rendement de saturation,
influence de la perte de charge dans les pulvérisateurs.

Ventilateurs : classification, exploitation des courbes caractéristiques, influence d'une modification sur le réseau de distribution d'air, pompage.

Pompes : classification, exploitation des courbes caractéristiques, cavitation.

Socles anti-vibratiles.

Silencieux acoustiques.

Appareils de traitement bactériologique.

Vases d'expansion, emplacement sur le circuit hydraulique.

Représentation sur le diagramme de l'air humide de l'évolution de l'air durant chaque traitement de base.

2) Pour le transport et la distribution de l'air :

Conduits aérauliques : nature des matériaux utilisés, vitesses de circulation recommandées, importance du tracé des réseaux, pertes de charges, principe des méthodes de calcul employées pour le dimensionnement, équilibrage des réseaux.

Schémas de réseaux de soufflage, de reprise, d'air neuf, d'extraction.

Boîtes de mélange.

Boîtes de détente.

Bouches de soufflage et grilles de reprise : vitesse de circulation de l'air, perte de charge, dispositifs de réglage du débit.

Prises d'air extérieures.

Répartition de l'air dans le local : notions de portée, de chute, d'angle de soufflage, d'induction, d'effet Coanda, caractéristiques de l'air dans la zone d'occupation.

B) Equipements de climatisation :

Climatiseurs individuels.

Climatiseurs monoblocs pour installation à l'intérieur des locaux et montage en toiture.

Climatiseurs à deux éléments.

Ventilo-convecteurs et éjecto-convecteurs : types, influence du nombre de tuyaux sur le comportement fonctionnel de l'installation. Procédés utilisés pour l'amenée d'air neuf.

Centrales de traitement d'air unizone, multizone, avec réchauffage terminal.

Systèmes "tout air" à débit constant et simple conduit, à débit et double conduit, à débit variable.

Traitement des eaux et incidences sur le fonctionnement des installations.

But du traitement des eaux.

Avantages et inconvénients.

Représentation sur le diagramme de l'air humide du cycle d'évolution fonctionnelle de l'air dans l'installation.

(Les diagrammes utilisés seront ceux signalés en physique appliquée).

Régulation des installations.

Grandeurs physiques à régler : température, humidité, pression, enthalpie.

Principe des boucles de régulation, incidence sur le fonctionnement des installations.

Définition des termes normalisés utilisés en automatisme thermique (1).

Distinction des notions de fonction et de sécurité.

Systèmes de régulation : électromécanique, électronique, pneumatique, électropneumatique, hydraulique. Définition de chacun d'eux et comparaison de leurs caractéristiques.

Appareils de détection des grandeurs principales et des grandeurs d'influences. Constitution des détecteurs.

Régulateurs : emplacement dans une boucle. Notions sur la constitution des appareils.

Organes de réglage : constitution et caractéristiques : des servo-moteurs, des vannes, de registres.

Mode d'action : tout ou rien, flottante, proportionnelle, intégrale, dérivée.

Lois de régulation, principales et lois d'influences.

Réglage des boucles de régulation, inertie et pompage.

Etablissement des boucles de régulation.

Règlements de sécurité appliqués aux installations de climatisation.

Locaux recevant du public, dandoureux, hospitaliers. Notions sur la détection d'incendie et les installations de ventilation pour le désenfumage.

Ventilation des locaux techniques.

IV.- Utilisation rationnelle de l'énergie et récupération de chaleur

Capteurs solaires (notions).

Récupérateurs d'énergie : échangeur rotatif, échangeur à plaques, caloducs, système à circulation de saumure;

Rendements des récupérateurs de chaleur.

Pompes de chaleur : types, caractéristiques des systèmes à boucle de récupération fermée.

Possibilités de récupération de chaleur sur une installation frigorifique.

Règlementation particulière.

(1) Se référer à cet effet aux normes en vigueur.

* Réalisation d'un ouvrage U21

A) MONTAGE D'UN ENSEMBLE

Façonnage :

Les travaux de façonnage devront comporter des opérations simples de traçage, de perçage, de filetage, de taraudage, le cintrage des tubes (cuivre et acier).

Assemblage :

Les opérations d'assemblage seront réalisées en partant de montage concernant la profession:

Réalisations de type "atelier", de type "chantier" :

Assemblages sur châssis;

Assemblages sur maquettes ou machines en grandeur ;

Assemblages par soudage et brasage :

Caractéristiques des métaux d'apport ;

Soudage oxy-acétylénique ;

Soudage à l'arc électrique ;

Soudage sous atmosphère inerte ;

Brasage fort et tendre, soudo-brasage.

Câblage :

Exécution partielle ou totale des circuits électriques en conformité avec la norme en vigueur ; réalisation aussi bien sur des tableaux pédagogiques que sur les installations elles-mêmes.

Mise à la terre : réalisation pratique de la mise à la terre.

Mise en service et réglages :

Cette mise en service sera effectuée en respectant le processus de charge et le réglage le mieux adapté au matériel concerné : chambre froide à température positive ou négative, climatiseur ou centrale de climatisation, installation commerciale et installation industrielle.

Contrôle d'étanchéité des circuits, méthodes de détection des fuites, réparation.

Déshydratation préalable, si nécessaire.

Utilisation éventuelle d'un poste de charge.

Vérifications en cours de fonctionnement.

Compresseurs :

Démontage, remontage, réfections simples des organes constitutifs d'un compresseur et d'un moto-compresseur.

Régulateurs :

Montage sur installations.

Méthode de réglage.

Gamme d'utilisation.

Dépannage et réparations éventuelles.

Ventilateurs. Pompes :

Montages pratiques des ventilateurs et des pompes.
Précautions à prendre contre le bruit.

Filtres à air :

Montage et entretien des filtres.

Humidificateurs :

Mise en place des humidificateurs.
Précautions à prendre lors de leur mise en place et entretien.

B) DEPANNAGE. REPARATION. ENTRETIEN

1. Réparation. Entretien :

Les interventions porteront sur le matériel de petite, moyenne et grande puissance suivant les matériels disponibles dans les centres d'examen.

D'une façon générale sur les matériels composant une installation frigorifique ou de climatisation étudiés dans le programme de technologie et notamment, cités à titre d'exemple dans les paragraphes ci-dessous, sans que les appareils cités constituent une liste exhaustive.

Circuit frigorifique :

Ouverture d'un circuit frigorifique. Nettoyage du circuit.
Recharge en fluide frigorigène et en huile.

x Groupes moto-compresseurs :

Vérification des alignements et de la tension des courroies.
Vérification de l'alignement d'un accouplement.

Compresseurs :

Démontage et remontage de compresseurs de types divers.
Plaques à clapets, clapets, embiellage, pompe à huile.
Boîtes d'étanchéité, robinets.

Echangeurs thermiques :

Vérification du sens de rotation et du bon fonctionnement des ventilateurs. Variation de vitesse par procédés mécaniques, électriques ou électroniques.

Entretien des échangeurs thermiques.

Circuits hydrauliques :

Entretien, réparation et éventuellement réglage des différents constituants.

Circuits aérauliques :

Entretien, réparation et éventuellement réglage des différents constituants.

Problèmes particuliers aux humidificateurs :

Détartrage, échange des électrodes et remise en service des humidificateurs et adaptation des débits.

Circuits électriques :

Entretien, échange et réglage de tous les composants.

2. Dépannage :

L'épreuve de dépannage portera sur la recherche et l'élimination des pannes ou défauts relatifs aux circuits frigorifiques et électrique sur des installations normalement conçues et ayant correctement fonctionné jusqu'alors.

A titre d'exemple et sans que les exemples cités constituent une liste exhaustive les interventions des candidats pourront porter sur :

a) Circuit frigorifique :

Mauvaises conditions de fonctionnement dues aux :

Echangeurs thermiques (condensateurs et évaporateurs) ;
Organes d'alimentation en fluide frigorigène ;
Organes de réglage et contrôle des pressions ;
Organes de sécurité ;
Lubrification en retour d'huile défectueuse ;
Présence d'eau, d'air d'incondensabilité dans le circuit.

b) Circuits électriques :

Circuits de puissance :

Moteurs, changement de vitesse, de tension, isolement électrique.

Armoires d'alimentation : contacteur, discontacteur, relais de puissance.

Circuits de régulation :

Vérification et mise en conformité de ce circuit avec le schéma électrique de l'installation.

Appareils de régulation :

Vérification, réglage des composants du circuit régulation soit électromécanique, pneumatique, électronique.

Ajustement des points de coupure, d'enclenchement, différentiels, bandes proportionnelles sur des appareils tels que : primostats, thermostats, hygrostats, servo-moteurs vérins.

C) UTILISATION DES APPAREILS DE MESURE

Cette partie du programme de travaux pratiques est destinée à familiariser les candidats avec la manipulation des appareils de mesures couramment utilisés dans les industries du froid et de la climatisation.

Les manipulations des appareils de mesures électriques ne font pas partie du programme des travaux pratiques mais sont rattachées au programme d'électrotechnique.

Néanmoins, nous rappelons ci-dessous les appareils de mesure qui doivent être familiers aux candidats et qui peuvent faire l'objet d'une manipulation lors de l'épreuve de travaux pratiques.

Mesures dans les fluides :

Débits :

Compteurs, diaphragmes, rotamètres (gyromètres).

Tube de Pitot. Méthode par empottement ou vidange d'un récipient étalon.

Vitesses et pression :
Anémomètres à moulinet et à fil chaud.
Tube de Pitot. Utilisation des indications relevées sur
les appareils ci-dessus aux calculs de débits.
Manomètres usuels. Manomètres à liquide à branche inclinée,
manomètres différentiels.

Température, humidité :
Thermomètres à alcool et à mercure, thermo-couples, hygro-
mètres, psychromètres.

Mesures mécaniques :

Fréquence de rotation : tachymètres mécaniques, à lames
vibrantes, électroniques.

Mesures électriques :

Ampéremètres. Voltmètres. Wattmètres. Pinces ampérométriques.
Ohmmètres à piles, à magnéto. Compteurs.

Mesures physico-chimiques :

Masse volumique d'une solution.
Acidité, viscosité, point de figenge d'une huile pour
compresseur frigorifique.
Dureté d'une eau industrielle.

• Dessins et schémas U22

DESSIN

Le programme portera sur deux domaines d'application :
la mécanique et le bâtiment. Dans la première spécialité, la
progression permettra d'approfondir les connaissances acquises,
et d'apprendre aux élèves comment exploiter les recueils de
normes, les documents industriels auxquels ils seront confrontés
lorsqu'ils auront à résoudre un problème technologique précis.
La seconde permettra, par l'introduction des conventions norma-
lisées, de faciliter la lecture des plans d'architecture, et
de compléter ces derniers pour réaliser l'implantation des
différents matériels.

1. Mécanique

Rappel des conventions générales qui régissent l'exécution
d'un dessin industriel. (Représentations normalisées - symboles-
signes conventionnels, etc.)

Perspectives cavalières et isométrique.

Schémas fonctionnels.

Cotation.

Constructions graphiques : tracés usuels, raccords, raccordements,
intersections de surfaces.

Eléments de construction : matériaux (désignation, traite-
ments et revêtements de surfaces).

2. Bâtiment.

Conventions de représentation : normalisation, présentation
des dessins, disposition des vues, traits, échelles, cartouche,
hachures, teintes, sections, coupes, perspective isométrique.

Cotation : exécution graphique.

Eléments de construction relatifs au bâtiment, aux appareil-
lages et aux dispositifs de sécurité propres à l'industrie du
froid et de la climatisation.

SCHEMAS

1. Schémas électriques :

Symboles et représentation normalisés de tout l'appareillage électrique utilisé dans les installations frigorifiques et de climatisation.

Lecture de schémas de réalisations : schémas multifilaires et unifilaires, schémas développés.

Interprétation, justification ou modification des schémas de principe.

Exécution des schémas électriques des installations frigorifiques et de climatisation, industrielles ou commerciales.

Circuits de puissance :

Alimentation, branchement, commande et protection des moteurs monophasés et triphasés,

Démarrage des moteurs triphasés, couplage étoile-triangle, élimination de résistances rotoriques (fixes et liquide vapeur) et statoriques (fixes et thermo-variables).

2. Schémas des circuits d'automatisme :

Symboles et représentation normalisés de tout l'appareillage utilisé sur ces circuits.

Schémas d'automatisme fonctionnel, de contrôle et sécurité :

Régulation de températures, pression, humidité relative ;

Relais d'automatisme et relais temporisés ;

Signalisations sonores et lumineuses.

Interprétation, justification ou modification des schémas de principes fonctionnels.

Exécution des schémas de régulation dans les systèmes électromécaniques, électroniques, pneumatiques, électropneumatiques, hydrauliques.

Systèmes de dégivrage : ventilation forcée, résistances chauffantes, ruissellement, inversion de cycle.

Systèmes de commande de dégivrage : commande manuelle, commande semi-automatique, dégivrage automatique, dégivrage périodique (pendules).

3) Schémas des circuits de fluides :

Symboles et représentation normalisés de tout l'appareillage utilisé sur ces circuits.

Teintes conventionnelles.

Lecture, interprétation, justification et exécution des schémas des circuits fluides composant les installations frigorifiques et de climatisation, industrielles ou commerciales. :

Circuits frigorifiques ;

Circuits aérauliques, de soufflage, de reprise, d'amenée d'air neuf, d'extraction ;

Circuits hydrauliques d'eau glacée, d'eau chaude, d'eau mitigée ;

Circuits d'adduction et d'évacuation d'eau.

Généralités sur la conservation des denrées périssables

1. Eléments constitutifs :

Composants inorganiques.
Composants organiques.
Constituants essentiels : lipides, protides, glucides, carbures et corps à action vitaminique.
Notions de structure cellulaire.

2. Causes d'altération :

Evolution physique, chimique et biologique.
Action des microorganismes.
Action des agents physiques sur les microbes.
Influence de la température, du temps, de l'humidité relative, de la lumière, des odeurs, des produits volatils dégagés par les denrées, des chocs et des blessures.

3. Réfrigération, congélation, surgélation :

Différences essentielles entre les trois modes de traitement des denrées.
Préparation.
Notion du temps de réfrigération ou de congélation selon leur nature, leur forme et leur conditionnement.
Perte de poids pendant le refroidissement et l'entreposage.

Modifications histologiques dues à la congélation.

Principaux procédés modernes de congélation et de surgélation par :

- Circulation d'air ;
- Contact ;
- Immersion ;
- Aspersion.

Différents procédés de décongélation.

4. Conditions d'entreposage optimales pour les denrées réfrigérées et congelées :

Présentées exclusivement sous formes de tableaux utilisés par les professionnels dans lesquels sont précisées les températures, humidité relative et durée de stockage recommandées.

5. Notions de cryodessiccation :

Caractéristiques des principaux procédés, résultats sur la qualité des produits obtenus.

6. Procédés auxiliaires :

Modifications de l'atmosphère des chambres de stockage.
Utilisation des moyens chimiques.
Irradiation.

Conservation des denrées

1. Conservation des produits d'origine animale :

Viandes de boucherie.
Produits de charcuterie.
Volailles et gibiers.
Poissons.
Oeufs.
Le lait et les produits laitiers.

2. Conservation des produits d'origine végétale :

Les fruits.
Les légumes.
Les semences.

3. Utilisation du froid dans la fabrication des boissons :

Brasserie.
Cidrerie.
Jus de fruits et limonaderie.
Œnologie.

4. Applications particulières concernant :

La boulangerie.
La pâtisserie.
La conservation des céréales.
Le chocolat et la confiserie.
Les graisses et les huiles.

5. Importance économique de la conservation des denrées :

Dans ce chapitre, des notions relatives à l'évolution et à l'importance économique du marché seront développées :
Qualité, traitement préliminaire, préparation des produits.
Propreté, capacité de remplissage des locaux concernés.
Durée de l'action conservatrice avant modifications histologiques et altérations.

• Electrotechnique U24

Mesures électriques :

Le paragraphe C des épreuves pratiques définit l'esprit dans lequel cette partie du programme doit être traitée.

Utilisation des appareils : ampèremètre, pince ampèremétrique, voltmètre, wattmètre, compteur, ohmmètre à pile, ohmmètre à magnéto, contrôleur universel, tachymètre dans les études suivantes :

Résistances : mesure directe à l'ohmmètre, mesure indirecte par la méthode d'Ohm ;

Réalisation d'un montage en pont de Wheatstone avec son emploi pour la mesure des résistances ;

Mesures d'inductance et de capacité par la méthode voltampèremétrique. Essai d'un condensateur ;

Résistance d'isolement d'une installation et résistance d'isolement d'une machine ;

Puissance absorbée par un récepteur monophasé (moteur notamment) pour un régime de fonctionnement donné. Détermination du facteur de puissance (et de la vitesse pour le moteur).

Mesures en courants triphasés : valeurs des tensions, intensités, puissances. Méthode des deux wattmètres. Cas des circuits équilibrés (moteurs notamment).

Méthode du compteur pour la détermination d'une puissance et d'un facteur de puissance.

Electromagnétisme :

Cette partie du programme doit être étudiée pour expliquer le fonctionnement des matériels rencontrés dans les installations (appareils de sécurité, de manoeuvre, machines) :

Champ magnétique créé par un courant. Hypothèse du flux magnétique ;

Flux magnétique dans une bobine à noyau de fer ; aimantation temporaire du fer.

Proportionnalité de l'induction magnétique à l'intensité du courant dans le vide ou dans l'air.

Production de courant par induction électromagnétique : étude expérimentale.

Cas particuliers :

L'auto-induction : définition de l'inductance d'un circuit.

Mise en évidence du retard à l'établissement du courant à la fermeture du circuit, de la surtension aux bornes à l'ouverture :

L'induction dans les conducteurs massifs.

Réversibilité du phénomène d'induction électromagnétique : étude expérimentale de la création d'une force électromagnétique.

Etude des installations électriques sous tension sinusoïdale et parcourues par des courants sinusoïdaux :

Les réseaux de distribution d'énergie électrique : réseaux triphasés et monophasés. Représentation mathématique (succinctement les courants diphasés).

Propriétés des circuits élémentaires résistants, inductifs et capacitifs.

Détermination des grandeurs électriques (intensité, puissance, facteur de puissance) des installations par :

La méthode graphique : application de la règle de Fresnel ;

Le calcul : application du théorème de Boucherot.

Il faudra, dans les exemples, tenir compte des états de fonctionnement particuliers des récepteurs des installations électriques en exploitation dans le froid et la climatisation.

Chute de tension dans les lignes. Perte de puissance en ligne. Section à adopter.

Machines électriques :

Transformateurs : rôle, principe de fonctionnement. Constitution. Relations entre les grandeurs caractéristiques. Couplage des enroulements pour les transformateurs triphasés. Différents types d'emploi (transformateur de puissance, de mesure, de sécurité, auto-transformateur).

Moteurs asynchrones : rencontrés en froid et climatisation.

Champ tournant : principe de fonctionnement, constitution générale.

Lecture de la plaque signalétique et blanchement de la plaque à bornes.

Bilan des puissances.

Adaptation du moteur à l'usage frigorifique et aéraulique :

Performances de démarrage : intensité et couple ; différents types de démarrage : valeurs des intensités et des couples de décollage.

Performances de régime : caractéristique $T_u = f(n)$; variation de vitesse.

Electronique :

Résistances non linéaires : thermistances à coefficient de température négatif avec négatif, avec leur emploi en régulation et varistances pour protection contre les surtensions.

Fonctions des semi-conducteurs mises en évidence par l'étude expérimentale de systèmes industriels auxquels ils appartiennent :

Passage du courant alternatif au courant continu et inversement
amplification : commutation, stabilisation de tension : variation de puissance fournie à une charge ; commande en vitesse variable des moteurs.

Thermoélectricité : couples thermoélectriques et effet Peltier.

MATHÉMATIQUES

L'enseignement des Mathématiques, harmonisé avec l'enseignement des Sciences, sera orienté vers les applications de la profession.

Pratique des calculs scientifiques et techniques

- Opérations sur les puissances de 10
- Valeur numérique d'une expression littérale
- Calculs approchés usuels avec idée de l'ordre de grandeur d'un résultat
- Erreurs et incertitudes
- Homogénéité des formules utilisées
- Calculs relatifs aux surfaces et volumes des solides rencontrés dans l'industrie frigorifique
- Usage des logarithmes décimaux
- Manipulation des abaques à échelles métriques et logarithmiques

L'emploi de la règle à calcul et la place de la calculatrice de poche dans ces calculs.

Les équations

- Equations et systèmes d'équations du 1er degré dans \mathbb{R}
- L'équation du 2ème degré à une inconnue réelle

Fonctions numériques

- Applications des fonctions linéaires et affine ; grandeurs directement proportionnelles et grandeurs à accroissements proportionnels
- Grandeur proportionnelle au carré d'une autre grandeur : $f(x) = ax^2$
- Grandeurs inversement proportionnelles : $f(x) = \frac{a}{x}$
- Fonction polynôme du second degré
- Intersection de courbes

Dérivées et différentielles de fonctions numériques de variable réelle définies sur un intervalle de \mathbb{R}

- Définitions et interprétations géométriques
- Maximum et minimum d'une fonction
- Règles classiques de dérivation et différentiation :
 - Fonction constante
 - Fonction $f(x) = x^n$ avec $n \in \mathbb{Z}$
 - Somme de deux fonctions dérivables (ou différentiables)
 - Produit d'une fonction dérivable par une constante
 - Produit de deux fonctions dérivables (ou différentiables)
 - Quotient de deux fonctions dérivables (ou différentiables)

Bipoints et vecteurs

- Définition. Propriétés. Addition. Soustraction

Éléments de trigonométrie

- Interprétation géométrique des lignes trigonométriques
- Fonctions circulaires.
- Relations trigonométriques dans les triangles
- Formules d'addition et de soustraction des arcs

Méthodes de résolution des problèmes à partir de cas concrets pris dans la réalité de l'industrie du froid et de la climatisation

A) PHYSIQUEMécanique :

Masse et poids volumiques
 Force et couple de forces : moment
 Travail, puissance, énergie. Rendement d'une machine.

Statique des fluides

Pression dans un fluide. Pression sur les parois. Théorème fondamental de la statique. Surface libre.
 Transmission des pressions.

Chaleur

Effets de la chaleur sur les corps. Energie et puissance calorifique et frigorifique.
 Modes de propagation : conduction, convection, rayonnement (effet de serre)
 Mesures des quantités de chaleur.

Propriétés thermoélastiques des gaz

Compressibilité : loi de Mariotte ; validité ; réseau d'isothermes.
 Dilatation à pression constante : loi de Gay-Lussac ; validité.
 Dilatation à volume constant : loi de Charles ; validité. Echelle Kelvin
 Le gaz parfait : définition ; équation caractéristique
 Mélange de gaz : loi de Dalton.

Changement d'état d'un corps pur

Résultats généraux : vaporisation ; fusion ; sublimation.
 Courbes de changement d'état ; point triple
 Chaleur de changement d'état.
 Etude de la vaporisation dans le vide, dans un gaz.
 Etude de la liquéfaction : conditions de liquéfaction ; point critique.

Changement d'état solide-liquide d'un système de 2 corps purs

Courbe de solubilité.
 Chaleur de dissolution.
 Comportement d'une solution au refroidissement. Point d'eutectie.

Mélange réfrigérant

Changement d'état liquide-vapeur d'un système de 2 corps purs

Diagrammes relatifs à un mélange homogène de 2 liquides à pression constante
 Ebullition ; étude du résidu ; mélange azeotropique
 Séparation d'un mélange en ses constituants

B) CHIMIE

- 1- Rappels : structure des solides, liquides et gaz
corps purs et mélanges
notation chimique, masse atomique et masse molaire
- 2- Présentation simplifiée de la classification périodique des éléments
- 3- Les réactions chimiques :
 - le mécanisme des réactions
 - l'écriture d'une réaction
 - l'utilisation d'un schéma de réaction
 - facteurs modifiant la vitesse des réactions
- 4- Acides, bases et sels en solution aqueuse. Dissociation ionique de l'eau.
Le pH, sa détermination pratique approximative
- 5- Composition chimique de l'eau. Titre hydrotimétrique TH, titres alcalimétriques TA et TAC. Différents types de traitements d'eau. Entartrage, influence sur le fonctionnement des installations. Détartrage.
- 6- Les substances organiques : définition - Caractères des réactions organiques-
Idée de la composition élémentaire des matières organiques. La formule développée en chimie organique.
- 7- Etude de quelques types de réactions pour la chimie alimentaire : oxydation, réduction, estérification et hydrolyse

Chaque fois que cela sera possible les exemples seront choisis parmi ceux susceptibles d'être rencontrés par le frigoriste : eau des tours de refroidissement, des circuits de condensation et d'humidification ; liquides caloporteurs et frigoporteurs ; fluides frigorigènes ; denrées alimentaires

L'organisation politique de la France ; la Constitution de 1958 ; le droit électoral.

Le citoyen face à l'organisation judiciaire et à l'administration fiscale.

L'organisation de l'Education en France ; la promotion sociale et la formation permanente ; rôle du ministère du Travail dans le perfectionnement et le recyclage professionnels ; services rendus par l'Office national d'informations sur les enseignements et les professions. (O.N.I.S.E.P.).

Embauche et licenciement, rôle de l'Agence nationale pour l'emploi (A.N.P.E.).

Le chômage (définition ; droits ouverts ; indemnités diverses)....)

Contrat individuel de travail et conventions collectives.

Les conditions du travail (horaire, rémunération, congés légaux, congés de formation) ...

Les travailleurs étrangers en France ; droits et devoirs des travailleurs français à l'étranger.

Les relations au sein du groupe de travail (rapports avec les supérieurs, les égaux, les subordonnés).

La responsabilité du travailleur sur un chantier : relations avec la clientèle.

Les relations de l'entreprise avec ses fournisseurs, ses clients et l'administration ; l'Inspection du travail.

Les conflits individuels et collectifs du travail ; l'organisation et le fonctionnement du Conseil des prud'hommes.

Les syndicats de salariés et les organisations d'employeurs.

Les délégués du personnel ; le comité d'entreprise.

Le comité d'hygiène et de sécurité ; les problèmes généraux de la sécurité dans le travail.

Le comité d'hygiène et de sécurité ; les problèmes généraux de la sécurité dans le travail.

Règles pour l'implantation des locaux de travail afin d'assurer la sécurité et de prévenir les incendies.

Précautions devant les risques chimiques.

Précautions devant les risques électriques.

L'organisation du travail ; utilité et conséquences de l'automatisation.

L'organisation administrative de la Sécurité sociale.

Fonctionnement de la Sécurité sociale (assurance maladie ; accidents du travail ; prestations sociales, retraite ...).

La mutualité ; la protection sociale des travailleurs non salariés.

Les brevets d'invention et la cession de licence.

Crédits accordés en faveur des entreprises et des particuliers

E6 FRANCAIS

U 60

Définition de l'unité

L'unité de « français » englobe les compétences mentionnées dans le référentiel de français annexé à la note de service n° 93-080 du 19 janvier 1993 (B.O n° 5 du 4 février 1993), relative aux objectifs, contenus et capacités de l'enseignement du français commun à l'ensemble des brevets professionnels.